

DOCKET NO.: 205240U CT

09/807960

JC08 Rec CT/PTO 26 APR 2001

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Yasuji HIRAMATSU, et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HEREWITH

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP00/03081

INTERNATIONAL FILING DATE: 15 May 2000

FOR: CERAMIC SUBSTRATE

REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

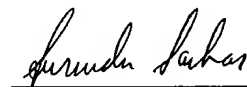
Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NO.</u>	<u>DAY/MONTH/YEAR</u>
JAPAN	2000/60319	06 March 2000

A certified copy of the corresponding Convention application(s) was submitted to the International Bureau in PCT Application No. **PCT/JP00/03081**.

Respectfully submitted,
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Norman F. Oblon
Attorney of Record
Registration No. 24,618
Surinder Sachar
Registration No. 34,423



22850

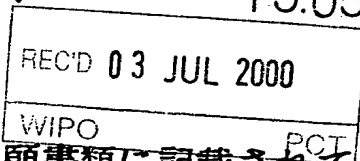
(703) 413-3000
Fax No. (703) 413-2220
(OSMMN 1/97)

PCT/JP00/03081

日本国特許庁

15.05.00

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



#3
40
9269

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

JP00/3081

出願年月日
Date of Application:

2000年 3月 6日

出願番号
Application Number:

特願2000-060319

出願人
Applicant(s):

イビデン株式会社

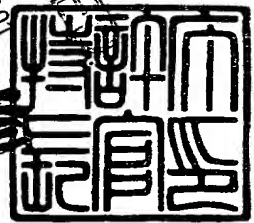
PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 6月16日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近藤 隆彦

RECEIVED
SEP 25 2001
TC 1700



出証番号 出証特2000-3045154

【書類名】 特許願

【整理番号】 H12YAHP005

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/66

【発明者】

 【住所又は居所】 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方 1 - 1 イビデン株式会社内

 【氏名】 平松 靖二

【発明者】

 【住所又は居所】 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方 1 - 1 イビデン株式会社内

 【氏名】 伊藤 康隆

【特許出願人】

 【識別番号】 000000158

 【氏名又は名称】 イビデン株式会社

 【代表者】 岩田 義文

【代理人】

 【識別番号】 100086586

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 安富 康男

【選任した代理人】

 【識別番号】 100104813

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 古谷 信也

【選任した代理人】

 【識別番号】 100108431

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 村上 加奈子

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 033891

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705255

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 セラミック基板

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 セラミック基板の表面または内部に導電体が形成されてなるセラミック基板において、

前記セラミック基板は、気孔径 $0.5 \mu\text{m}$ 以上の気孔を 15×10^{11} 個/ m^2 以下有することを特徴とするセラミック基板。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、主に半導体産業において使用されるセラミック基板に関し、特には、耐電圧が高く、静電チャックに使用した場合には半導体ウエハの吸着能力に優れとともに、ホットプレート（ヒータ）として使用した場合には昇温降温特性にも優れるセラミック基板に関する。

【発明の詳細な説明】

【0002】

【従来の技術】

半導体は種々の産業において必要とされる極めて重要な製品であり、半導体チップは、例えば、シリコン単結晶を所定の厚さにスライスしてシリコンウエハを製作した後、このシリコンウエハに複数の集積回路等を形成することにより製造される。

【0003】

この半導体チップの製造工程においては、静電チャック上に載置したシリコンウエハに、エッチング、CVD等の種々の処理を施して、導体回路や素子等を形成する。その際に、デポジション用ガス、エッチング用ガス等として腐食性のガスを使用するため、これらのガスによる腐食から静電電極層を保護する必要があるため、また、吸着力を誘起する必要があるために静電電極層は、通常、セラミック誘電体膜等により被覆されている。

【0004】

このセラミック誘電体膜として、従来から窒化物セラミックが使用されているが、例えば、特開平5-8140号公報には、窒化アルミニウム等の窒化物を使用した静電チャックが開示されている。また、特開平9-48668号公報には、Al-O-N構造を持つカーボン含有窒化アルミニウムを開示している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、これらのセラミックを使用した静電チャックは、昇温降温特性が充分ではなく、また、高温で耐電圧が低下したり、ヤング率が低下して反りが発生したりするという問題を抱えていた。

このような問題は、静電チャックに限らず、ホットプレートやウエハプローバ等のセラミック基板の表面または内部に導体が形成されている半導体製造・検査用セラミック基板に見られることが判った。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、上記課題を解決するために鋭意研究した結果、このようなセラミック基板の昇温降温特性や耐電圧およびヤング率低下等の原因が、焼結性が不充分であるためであることを知見し、その焼結の程度を、セラミック基板に含まれる気孔径0.5 μm 以上の気孔の個数を、 15×10^{11} 個/ m^2 以下になるように制御することで、上記の問題を解決することができることを新規に知見した。具体的には、例えば、最初にセラミックの原料粒子径を調整し、このセラミックの原料粒子の表面を酸化しておき、次に、酸化物を添加して焼成を行う際の圧力等を調整することにより、上記気孔径0.5 μm 以上の気孔の個数を、 15×10^{11} 個/ m^2 以下にすることができることを知見し、本発明を完成させたものである。

なお、本発明では、気孔数の単位を「個/ m^2 」としたが、 1 m^2 未満のセラミック基板であれば、「個/ cm^2 」とすることが妥当と考えられる。しかしながら、SI単位系をできるだけ用いるべきとの判断から「個/ m^2 」の単位とした。「個/ cm^2 」とするならば、「個/ m^2 」の数値に 10^{-4} を乗ずればよいことは言うまでもない。

【 0 0 0 7 】

すなわち本発明は、セラミック基板の表面または内部に導電体が形成されてなるセラミック基板において、上記セラミック基板は、気孔径 $0.5 \mu\text{m}$ 以上の気孔を 15×10^{11} 個/ m^2 以下有することを特徴とするセラミック基板である。

【 0 0 0 8 】

本発明のセラミック基板では、セラミック基板に存在する気孔径 $0.5 \mu\text{m}$ 以上の気孔の個数が、 15×10^{11} 個/ m^2 以下である。気孔径 $0.5 \mu\text{m}$ 以上の気孔の個数がこの程度であると、上記セラミック基板の昇温降温特性や、高温での耐電圧やヤング率に優れる。したがって、上記セラミック基板には、 $400 \sim 500^\circ\text{C}$ 程度の高温においても反りが発生することはない。

【 0 0 0 9 】

本発明においては、例えば、最初に窒化物セラミックの原料粒子径を調整し、次に、焼成を行う際の圧力、加圧時間、温度等を調整することにより、気孔の径と個数を制御することができ、このような焼結体に存在する気孔径 $0.5 \mu\text{m}$ 以上の気孔の個数が、 15×10^{11} 個/ m^2 以下となる。

【 0 0 1 0 】

窒化物セラミックの原料粒子径が小さい程、上記セラミック基板に含まれる気孔の気孔径は小さくなるが、気孔数は増加する。また、上記窒化物セラミックを焼結する際の圧力が高い程、加圧時間が長い程、焼成温度が高い程、上記セラミック基板に含まれる気孔の気孔径は小さくなり、気孔数も減少する。但し、加圧時間が長すぎたり、焼成温度が高すぎると粒成長が進行しすぎ、焼結体を構成する粒子が巨大化してしまう。他方、セラミックの種類により、圧力等の適正な範囲は異なる。従って、窒化物セラミックの原料粒子径および窒化物セラミック粒子を焼結する際の圧力等は、製造するセラミック基板の種類にあわせて適宜調整することが望ましい。

【 0 0 1 1 】

添加する上記酸化物は、窒化物セラミックの原料粒子を構成する元素の酸化物であることが望ましい。窒化物セラミックの原料粒子の表面酸化層と同一であり、極めて焼結させやすくなるからである。窒化物セラミックの原料粒子表面を酸化

するためには、酸素または空気中で500～1000℃で加熱することが望ましい。

【0012】

また、焼成を行う際に用いるセラミック粉末の平均粒子径は、0.1～5 μ m程度が好ましい。焼結させやすいからである。

さらに、焼成後のセラミック基板中のSiの含有量が0.05～50ppm、Sの含有量が0.05～80ppm（いずれも重量）となるように、シリカやイオウ化合物を原料粉末中に添加することが望ましい。これらは、窒化物セラミックの原料粒子表面の酸化膜と添加した酸化物を結合させると考えられるからである。

【0013】

また、焼成を行う際に加える圧力は、0～200kgf/cm²が好ましい。形成される気孔の気孔径および気孔数を抑えることができ、製造されるセラミック基板の耐電圧やヤング率等を確保することができる範囲だからである。その他の焼成条件については、後の静電チャックの製造方法において詳述する。

【0014】

上記方法を用いて焼成を行うことにより得られるセラミック基板は、0.05～10重量%の酸素を含有していることが望ましい。0.05重量%未満では、焼結が進まず気孔率が高くなり、また熱伝導率が低下し、一方、酸素量が10重量%を超えると、該酸素が粒子境界に偏析し、粒界での酸素量が多くなりすぎるため、熱伝導率が低下して昇温降温特性が低下するからである。

【0015】

本発明では、セラミック基板は、酸素を含有する窒化物セラミックからなるとともに、最大気孔の気孔径が50 μ m以下であることが望ましく、気孔率は5%以下が望ましい。また、上記セラミック基板には、気孔が全く存在しないか、気孔が存在する場合は、その最大気孔の気孔径は、50 μ m以下であることが望ましい。

【0016】

気孔が存在しない場合は、高温での耐電圧が特に高くなり、逆に気孔が存在する

場合は、破壊靱性値が高くなる。このためどちらの設計にするかは、要求特性によって変わるのである。

気孔の存在によって破壊靱性値が高くなる理由が明確ではないが、クラックの進展が気孔によって止められるからであると推定している。

【0017】

本発明で、最大気孔の気孔径が $50\mu\text{m}$ 以下であることが望ましいのは、気孔径が $50\mu\text{m}$ を超えると高温、特に 200°C 以上での耐電圧特性を確保するのが難しくなるからである。

最大気孔の気孔径は、 $10\mu\text{m}$ 以下が望ましい。 200°C 以上での反り量が小さくなるからである。

【0018】

上述したように、気孔数や気孔径の制御は、原料粒子の粒子径や焼成時の圧力等の調整により行うことができるが、そのほかにも、SiCやBNなどの添加物で調整することができる。SiCやBNは焼結を阻害するため、気孔を導入させることができるからである。

【0019】

気孔数の測定は、試料を5個用意し、その表面を鏡面研磨し、 $2000\sim 5000$ 倍の倍率で表面を電子顕微鏡で任意に10箇所撮影する。そして、撮影された写真で気孔径が $0.5\mu\text{m}$ 以上のものの個数を計測して平均を求め、それを視野面積で除す。なお、気孔の最も長い部分の長さを気孔径とする。

【0020】

気孔率は、アルキメデス法により測定する。焼結体を粉砕して有機溶媒中あるいは水銀中に粉砕物を入れて体積を測定し、粉砕物の重量と体積とから真比重を求め、真比重と見かけの比重とから気孔率を計算するのである。

【0021】

本発明のセラミック基板の直径は 200mm 以上が望ましい。特に12インチ(300mm)以上であることが望ましい。次世代の半導体ウエハの主流となるからである。また、本発明が解決する反りの問題は、直径が 200mm 以下のセラミック基板では発生しにくいからである。

【 0 0 2 2 】

本発明のセラミック基板の厚さは、50mm以下が望ましく、特に25mm以下が望ましい。

セラミック基板の厚さが25mmを超えると、セラミック基板の熱容量が大きすぎる場合があり、特に、温度制御手段を設けて加熱、冷却すると、熱容量の大きさに起因して温度追従性が低下してしまう場合があるからである。

また、本発明が解決する反りの問題は、厚さが25mmを超えるセラミック基板では発生しにくいからである。

セラミック基板の厚さは、特に5mm以下が最適である。なお、セラミック基板の厚さは、1mm以上が望ましい。

【 0 0 2 3 】

本発明のセラミック基板を構成するセラミック材料は特に限定されないが、窒化物セラミックおよび炭化物セラミックが好ましい。上記窒化物セラミックとしては、金属窒化物セラミック、例えば、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、窒化ホウ素、窒化チタン等が挙げられる。

また、上記炭化物セラミックとしては、例えば、炭化ケイ素、炭化チタン、炭化タンタル、炭化タングステン、炭化ジルコニウム等が挙げられる。

また、酸化物セラミックとして、例えば、アルミナ、シリカ、イットリア、ベリリア等も挙げられる。

【 0 0 2 4 】

これらのセラミックの中では、特に窒化アルミニウムが好ましい。熱伝導率が $180\text{ W/m}\cdot\text{K}$ と最も高いからである。

【 0 0 2 5 】

本発明においては、セラミック基板中に酸化物を含有していることが望ましい。上記酸化物としては、例えば、アルカリ金属酸化物、アルカリ土類金属酸化物、希土類酸化物を使用することができ、これらの焼結助剤のなかでは、特に CaO 、 Y_2O_3 、 Na_2O 、 Li_2O 、 Rb_2O が好ましい。また、アルミナ、シリカを使用してもよい。これらの含有量としては、0.1～20重量%が望ましい。

特に、窒化アルミニウムの場合には、添加する酸化物としてアルミナが、窒化ケイ素の場合にはシリカが最適である。

【 0 0 2 6 】

本発明では、セラミック基板中に 5 ～ 5 0 0 0 p p m のカーボンを含有していることが望ましい。

カーボンを含有させることにより、セラミック基板を黒色化することができ、ヒータとして使用する際に輻射熱を充分に利用することができるからである。

カーボンは、非晶質のものであっても、結晶質のものであってもよい。非晶質のカーボンを使用した場合には、高温における体積抵抗率の低下を防止することができ、結晶質のものを使用した場合には、高温における熱伝導率の低下を防止することができるからである。従って、用途によっては、結晶質のカーボンと非晶質のカーボンの両方を併用してもよい。また、カーボンの含有量は、5 0 ～ 2 0 0 0 p p m がより好ましい。

【 0 0 2 7 】

セラミック基板にカーボンを含有させる場合には、その明度が J I S Z 8 7 2 1 の規定に基づく値で N 4 以下となるようにカーボンを含有させることが望ましい。この程度の明度を有するものが輻射熱量、隠蔽性に優れるからである。

【 0 0 2 8 】

ここで、明度の N は、理想的な黒の明度を 0 とし、理想的な白の明度を 1 0 とし、これらの黒の明度と白の明度との間で、その色の明るさの知覚が等歩度となるように各色を 1 0 分割し、N 0 ～ N 1 0 の記号で表示したものである。

実際の明度の測定は、N 0 ～ N 1 0 に対応する色票と比較して行う。この場合の小数点 1 位は 0 または 5 とする。

【 0 0 2 9 】

【発明の実施の形態】

本発明のセラミック基板は、半導体の製造や半導体の検査を行うための装置に用いられるセラミック基板であり、具体的な装置としては、例えば、静電チャック、ホットプレート（セラミックヒータ）、ウエハプローバ等が挙げられる。

【 0 0 3 0 】

上記セラミック基板の内部に形成された導電体が抵抗発熱体である場合には、セラミックヒータ（ホットプレート）として使用することができる。

図 1 は、本発明のセラミック基板の一実施形態であるセラミックヒータの一例を模式的に示す平面図であり、図 2 は、図 1 に示したセラミックヒータの一部を示す部分拡大断面図である。

【0031】

セラミック基板 11 は、円板形状に形成されており、セラミック基板 11 の内部には、温度制御手段としての抵抗発熱体 12 が同心円状のパターンに形成されている。また、これら抵抗発熱体 12 は、互いに近い二重の同心円同士が 1 組の回路として、1 本の線になるように接続され、その回路の両端部に入出力の端子となる外部端子 13 がスルーホール 19 を介して接続されている。

【0032】

また、図 2 に示すように、セラミック基板 11 には貫通孔 15 が設けられ、この貫通孔 15 に支持ピン 26 が挿通され、シリコンウエハ 9 が保持されている。この支持ピン 26 を上下することにより、搬送機からシリコンウエハ 9 を受け取ったり、シリコンウエハ 9 をセラミック基板 11 のウエハ処理面 11a 上に載置して加熱したり、シリコンウエハ 9 をウエハ処理面 11a から一定の間隔で離間させた状態で支持し、加熱したりすることができる。また、セラミック基板 11 の底面 11a には、熱電対等の測温素子を挿入するための有底孔 14 が設けられている。そして、抵抗発熱体 12 に通電すると、セラミック基板 11 は加熱され、これによりシリコンウエハ等の被加熱物の加熱を行うことができる。

【0033】

このホットプレートを構成するセラミック基板 11 では、気孔径 $0.5 \mu\text{m}$ 以上の気孔数は、 15×10^{11} 個/ m^2 以下と少なく、セラミック基板 11 は十分に緻密に焼結している。したがって、このセラミック基板 11 は、昇温降温特性に優れ、高温で耐電圧やヤング率が低下することはない。セラミック基板には、 $400 \sim 500^\circ\text{C}$ 程度の高温においても反りが発生することはない。

【0034】

抵抗発熱体は、セラミック基板の内部に設けてもよく、セラミック基板の底面に

設けてもよい。抵抗発熱体を設ける場合は、セラミック基板を嵌め込む支持容器に、冷却手段としてエアー等の冷媒の吹きつけ口などを設けてもよい。

抵抗発熱体をセラミック基板の内部に設ける場合には、複数層設けてもよい。この場合は、各層のパターンは相互に補完するように形成されて、加熱面からみるとどこかの層にパターンが形成された状態が望ましい。例えば、互いに千鳥の配置になっている構造である。

【 0 0 3 5 】

抵抗発熱体としては、例えば、金属または導電性セラミックの焼結体、金属箔、金属線等が挙げられる。金属焼結体としては、タングステン、モリブデンから選ばれる少なくとも1種が好ましい。これらの金属は比較的酸化しにくく、発熱するに十分な抵抗値を有するからである。

【 0 0 3 6 】

また、導電性セラミックとしては、タングステン、モリブデンの炭化物から選ばれる少なくとも1種を使用することができる。

さらに、セラミック基板の底面に抵抗発熱体を形成する場合には、金属焼結体としては、貴金属（金、銀、パラジウム、白金）、ニッケルを使用することが望ましい。具体的には銀、銀-パラジウムなどを使用することができる。

上記金属焼結体に使用される金属粒子は、球状、リン片状、もしくは球状とリン片状の混合物を使用することができる。

【 0 0 3 7 】

セラミック基板表面に抵抗発熱体を形成する際には、金属中に金属酸化物を添加して焼結してもよい。上記金属酸化物を使用するのは、セラミック基板と金属粒子を密着させるためである。上記金属酸化物により、セラミック基板と金属粒子との密着性が改善される理由は明確ではないが、金属粒子の表面はわずかに酸化膜が形成されており、セラミック基板は、酸化物の場合は勿論、非酸化物セラミックである場合にも、その表面には酸化膜が形成されている。従って、この酸化膜が金属酸化物を介してセラミック基板表面で焼結して一体化し、金属粒子とセラミック基板とが密着するのではないかと考えられる。

【 0 0 3 8 】

上記金属酸化物としては、例えば、酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素 (B_2O_3)、アルミナ、イットリア、チタニアから選ばれる少なくとも1種が好ましい。これらの酸化物は、抵抗発熱体の抵抗値を大きくすることなく、金属粒子とセラミック基板との密着性を改善できるからである。

【0039】

上記金属酸化物は、金属粒子100重量部に対して0.1重量部以上10重量部未満であることが望ましい。この範囲で金属酸化物を用いることにより、抵抗値が大きくなりすぎず、金属粒子とセラミック基板との密着性を改善することができるからである。

【0040】

また、酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素 (B_2O_3)、アルミナ、イットリア、チタニアの割合は、金属酸化物の全量を100重量部とした場合に、酸化鉛が1～10重量部、シリカが1～30重量部、酸化ホウ素が5～50重量部、酸化亜鉛が20～70重量部、アルミナが1～10重量部、イットリアが1～50重量部、チタニアが1～50重量部が好ましい。但し、これらの合計が100重量部を超えない範囲で調整されることが望ましい。これらの範囲が特にセラミック基板との密着性を改善できる範囲だからである。

【0041】

抵抗発熱体をセラミック基板の底面に設ける場合は、抵抗発熱体25の表面は、金属層25aで被覆されていることが望ましい(図5参照)。抵抗発熱体25は、金属粒子の焼結体であり、露出していると酸化しやすく、この酸化により抵抗値が変化してしまう。そこで、表面を金属層25aで被覆することにより、酸化を防止することができるのである。

【0042】

金属層25aの厚さは、0.1～100 μm が望ましい。抵抗発熱体の抵抗値を変化させることなく、抵抗発熱体の酸化を防止することができる範囲だからである。

被覆に使用される金属は、非酸化性の金属であればよい。具体的には、金、銀、パラジウム、白金、ニッケルから選ばれる少なくとも1種以上が好ましい。なか

でもニッケルがさらに好ましい。抵抗発熱体には電源と接続するための端子が必要であり、この端子は、半田を介して抵抗発熱体に取り付けるが、ニッケルは半田の熱拡散を防止するからである。接続端子としては、コバル製の外端子を使用することができる。

【 0 0 4 3 】

なお、抵抗発熱体をセラミック基板の内部に形成する場合は、抵抗発熱体表面が酸化されることがないため、被覆は不要である。抵抗発熱体をヒータ板内部に形成する場合、抵抗発熱体の表面の一部が露出していてもよい。

【 0 0 4 4 】

抵抗発熱体として金属箔や金属線を使用することもできる。上記金属箔としては、ニッケル箔、ステンレス箔をエッチング等でパターン形成して抵抗発熱体としたものが望ましい。パターン化した金属箔は、樹脂フィルム等ではり合わせてもよい。金属線としては、例えば、タングステン線、モリブデン線等が挙げられる。

【 0 0 4 5 】

上記セラミック基板の内部に形成された導電体が静電電極層である場合には、上記セラミック基板は、静電チャックとして使用することができる。この場合、RF電極や発熱体が静電電極の下部であって、セラミック基板内に導電体として形成されていてもよい。

図3は、本発明に係る静電チャックの一実施形態を模式的に示した縦断面図であり、図4は、図3に示した静電チャックにおけるA-A線断面図である。

【 0 0 4 6 】

この静電チャック101では、円板形状のセラミック基板1の内部に、チャック正極静電層2とチャック負極静電層3とからなる静電電極層が埋設されており、この静電電極層の上に薄いセラミック層4（以下、セラミック誘電体膜という）が形成されている。また、静電チャック101上には、シリコンウエハ9が載置され、接地されている。

【 0 0 4 7 】

図4に示したように、チャック正極静電層2は、半円弧状部2aと歯部2bと

からなり、チャック負極静電層3も、同じく半円弧状部3aと櫛歯部3bとからなり、これらのチャック正極静電層2とチャック負極静電層3とは、櫛歯部2b、3bを交差するように対向して配置されており、このチャック正極静電層2およびチャック負極静電層3には、それぞれ直流電源の+側と-側とが接続され、直流電圧 V_2 が印加されるようになっている。

【0048】

また、セラミック基板1の内部には、シリコンウエハ9の温度をコントロールするために、図1に示したような平面視同心円形状の抵抗発熱体5が設けられており、抵抗発熱体5の両端には、外部端子が接続、固定され、電圧 V_1 が印加されるようになっている。図3、4には示していないが、このセラミック基板1には、図1、2に示したように、測温素子を挿入するための有底孔とシリコンウエハ9を支持して上下させる支持ピン（図示せず）を挿通するための貫通孔とが形成されている。なお、抵抗発熱体は、セラミック基板の底面に形成されていてもよい。

【0049】

この静電チャック101を機能させる際には、チャック正極静電層2とチャック負極静電層3とに直流電圧 V_2 を印加する。これにより、シリコンウエハ9は、チャック正極静電層2とチャック負極静電層3との静電的な作用によりこれらの電極にセラミック誘電体膜4を介して吸着され、固定されることとなる。このようにしてシリコンウエハ9を静電チャック101上に固定させた後、このシリコンウエハ9に、CVD等の種々の処理を施す。

【0050】

上記静電チャック101では、セラミック誘電体膜4は、酸素を含有する窒化物セラミックからなり、また、気孔率が5%以下であり、最大の気孔径が $5\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。また、このセラミック誘電体膜4中の気孔は、お互いに独立した気孔により構成されていることが望ましい。

【0051】

この静電チャックを構成するセラミック基板では、気孔径 $0.5\mu\text{m}$ 以上の気孔数は、 15×10^{11} 個/ m^2 以下と少なく、セラミック基板は十分に緻密に焼結

している。したがって、このセラミック基板は、昇温降温特性に優れ、高温で耐電圧やヤング率が低下することではなく、セラミック基板には、400～500℃程度の高温においても反りが発生することはない。

【0052】

温度制御手段としては、抵抗発熱体12のほかに、ペルチェ素子（図7参照）が挙げられる。

温度制御手段としてペルチェ素子を使用する場合は、電流の流れる方向を変えることにより発熱、冷却両方行うことができるため有利である。

ペルチェ素子8は、図7に示すように、p型、n型の熱電素子81を直列に接続し、これをセラミック板82などに接合させることにより形成される。

ペルチェ素子としては、例えば、シリコン・ゲルマニウム系、ビスマス・アンチモン系、鉛・テルル系材料等が挙げられる。

【0053】

本発明の静電チャックは、例えば、図3、4に示したような構成を有するものである。セラミック基板の材料等については、既に説明したが、以下においては、その他の上記静電チャックを構成する各部材、および、本発明の静電チャックの他の実施形態について、順次、詳細に説明していく。

【0054】

本発明の静電チャックで使用されるセラミック誘電体膜は、窒化物セラミックからなることが好ましい。

上記窒化物セラミックとしては、上記セラミック基板と同様のものが挙げられる。上記窒化物セラミックは、酸素を含有していることが望ましい。この場合、窒化物セラミックは、焼結が進行しやすくなり、気孔を含んでいる場合にも、この気孔は独立した気孔となり、耐電圧が向上する。

【0055】

上記窒化物セラミックに酸素を含有させるため、通常、窒化物セラミックの原料粉末中に金属酸化物を混合して焼成を行う。

上記金属酸化物としては、アルミナ（ Al_2O_3 ）、酸化珪素（ SiO_2 ）等が挙げられる。

これらの金属酸化物の添加量は、窒化物セラミック 1 0 0 重量部に対して、0.1 ~ 1 0 重量部が好ましい。

【0 0 5 6】

セラミック誘電体膜の厚さを、5 0 ~ 5 0 0 0 μm とすることで、チャック力を低下させずに十分な耐電圧を確保することができる。

上記セラミック誘電体膜の厚さが 5 0 μm 未満であると、膜厚が薄すぎるために十分な耐電圧が得られず、シリコンウエハを載置し、吸着した際にセラミック誘電体膜が絶縁破壊する場合があります。一方、上記セラミック誘電体膜の厚さが 5 0 0 0 μm を超えると、シリコンウエハと静電電極との距離が遠くなるため、シリコンウエハを吸着する能力が低くなってしまいます。セラミック誘電体膜の厚さは、1 0 0 ~ 1 5 0 0 μm が好ましい。

【0 0 5 7】

上記セラミック誘電体膜の気孔率は、5 % 以下、最大気孔の気孔径は、5 μm 以下が好ましい。

また、上記気孔率が 5 % を超えると、気孔数が増え、また、気孔径が大きくなりすぎ、その結果、気孔同士が連通しやすくなる。このような構造のセラミック誘電体膜では、耐電圧が低下してしまう。

さらに、最大気孔の気孔径が 5 μm を超えると、気孔の数を少なくしても、高温での耐電圧を確保できず、熱伝導率も高くすることは難しい。気孔率は、0. 0 1 ~ 3 % が好ましく、最大気孔の気孔径は、0. 1 ~ 1 0 μm が好ましい。

【0 0 5 8】

このような構成のセラミック誘電体膜に存在する、気孔径 0. 5 μm 以上の気孔数は、 15×10^{11} 個/ m^2 以下と少なく、セラミック誘電体膜は十分に緻密に焼結している。したがって、腐食性のガス等が、セラミック誘電体膜を透過して静電電極を腐食させたりすることがない。

【0 0 5 9】

上記セラミック誘電体膜中には、カーボンが 5 0 ~ 5 0 0 0 p p m 含有されることが望ましい。静電チャック中に設けられた電極パターンを隠蔽することができ、かつ、高輻射熱が得られるからである。また、体積抵抗率が低い方が、低

温域においては、シリコンウエハの吸着能力が高くなる。

【 0 0 6 0 】

なお、本発明で、セラミック誘電体膜中にある程度の気孔が存在してもよいとしているのは、破壊靱性値を高くすることができるからであり、これにより熱衝撃性を改善することができる。

【 0 0 6 1 】

上記静電電極としては、例えば、金属または導電性セラミックの焼結体、金属箔等が挙げられる。金属焼結体としては、タングステン、モリブデンから選ばれる少なくとも1種からなるものが好ましい。金属箔も、金属焼結体と同じ材質からなることが望ましい。これらの金属は比較的酸化しにくく、電極として十分な導電性を有するからである。また、導電性セラミックとしては、タングステン、モリブデンの炭化物から選ばれる少なくとも1種を使用することができる。

【 0 0 6 2 】

図9および図10は、他の静電チャックにおける静電電極を模式的に示した水平断面図であり、図9に示す静電チャック20では、セラミック基板1の内部に半円形状のチャック正極静電層22とチャック負極静電層23が形成されており、図10に示す静電チャックでは、セラミック基板1の内部に円を4分割した形状のチャック正極静電層32a、32bとチャック負極静電層33a、33bが形成されている。また、2枚の正極静電層22a、22bおよび2枚のチャック負極静電層33a、33bは、それぞれ交差するように形成されている。

なお、円形等の電極が分割された形態の電極を形成する場合、その分割数は特に限定されず、5分割以上であってもよく、その形状も扇形に限定されない。

【 0 0 6 3 】

本発明における静電チャックとしては、例えば、図3に示すように、セラミック基板1とセラミック誘電体膜4との間にチャック正極静電層2とチャック負極静電層3とが設けられ、セラミック基板1の内部には抵抗発熱体5が設けられた構成の静電チャック101、図5に示すように、セラミック基板1とセラミック誘電体膜4との間にチャック正極静電層2とチャック負極静電層3とが設けられ、セラミック基板1の底面に抵抗発熱体25が設けられた構成の静電チャック20

1、図6に示すように、セラミック基板1とセラミック誘電体膜4との間にチャック正極静電層2とチャック負極静電層3とが設けられ、セラミック基板1の内部に抵抗発熱体である金属線7が埋設された構成の静電チャック301、図7に示すように、セラミック基板1とセラミック誘電体膜4との間にチャック正極静電層2とチャック負極静電層3とが設けられ、セラミック基板1の底面に熱電素子81とセラミック板82からなるペルチェ素子8が形成された構成の静電チャック401等が挙げられる。

【0064】

本発明では、図3～7に示したように、セラミック基板1とセラミック誘電体膜4との間にチャック正極静電層2とチャック負極静電層3とが設けられ、セラミック基板1の内部に抵抗発熱体5や金属線7が形成されているため、これらと外部端子とを接続するための接続部（スルーホール）16、17が必要となる。スルーホール16、17は、タングステンペースト、モリブデンペーストなどの高融点金属、タングステンカーバイド、モリブデンカーバイドなどの導電性セラミックを充填することにより形成される。

【0065】

また、接続部（スルーホール）16、17の直径は、0.1～1.0mmが望ましい。断線を防止しつつ、クラックや歪みを防止できるからである。

このスルーホールを接続パッドとして外部端子6、18を接続する（図8（d）参照）。

【0066】

接続は、半田、ろう材により行う。ろう材としては銀ろう、パラジウムろう、アルミニウムろう、金ろうを使用する。金ろうとしては、Au-Ni合金が望ましい。Au-Ni合金は、タングステンとの密着性に優れるからである。

【0067】

Au/Niの比率は、〔81.5～82.5（重量%）〕／〔18.5～17.5（重量%）〕が望ましい。

Au-Ni層の厚さは、0.1～50μmが望ましい。接続を確保するに十分な範囲だからである。また、 10^{-6} ～ 10^{-5} Paの高真空で500～1000℃の

高温で使用するとAu-Cu合金では劣化するが、Au-Ni合金ではこのような劣化がなく有利である。また、Au-Ni合金中の不純物元素量は全量を100重量部とした場合に1重量部未満であることが望ましい。

【0068】

本発明では、必要に応じて、セラミック基板の有底孔に熱電対を埋め込んでおくことができる。熱電対により抵抗発熱体の温度を測定し、そのデータをもとに電圧、電流量を変えて、温度を制御することができるからである。

熱電対の金属線の接合部位の大きさは、各金属線の素線径と同一か、もしくは、それよりも大きく、かつ、0.5mm以下がよい。このような構成によって、接合部分の熱容量が小さくなり、温度が正確に、また、迅速に電流値に変換されるのである。このため、温度制御性が向上してウエハの加熱面の温度分布が小さくなるのである。

上記熱電対としては、例えば、JIS-C-1602(1980)に挙げられるように、K型、R型、B型、S型、E型、J型、T型熱電対が挙げられる。

【0069】

図11は、以上のような構成の本発明の静電チャックを嵌め込むための支持容器41を模式的に示した断面図である。

支持容器41には、静電チャック101が断熱材45を介して嵌め込まれるようになっている。また、この支持容器11には、冷媒吹き出し口42が形成されており、冷媒注入口44から冷媒が吹き込まれ、冷媒吹き出し口42を通して吸引口43から外部に出ていくようになっており、この冷媒の作用により、静電チャック101を冷却することができるようになっている。

【0070】

次に、本発明のセラミック基板の一例である静電チャックの製造方法の一例を図8(a)～(d)に示した断面図に基づき説明する。

(1) まず、窒化物セラミック、炭化物セラミックなどのセラミックの粉体をバインダおよび溶剤と混合してグリーンシート50を得る。

前述したセラミック粉体としては、例えば、酸化性雰囲気中で焼成することにより得られた酸素を含有する窒化アルミニウム粉末などを使用することができる。ま

た、必要に応じて、アルミナやイオウなどの焼結助剤を加えてもよい。

【0071】

なお、後述する静電電極層印刷体51が形成されたグリーンシートの上に積層する数枚または1枚のグリーンシート50'は、セラミック誘電体膜4となる層であるので、必要により、セラミック基板とは別の組成としてもよい。

通常、セラミック誘電体膜4の原料とセラミック基板1の原料とは、同じものを使用することが望ましい。これらは、一体として焼結することが多いため、焼成条件が同じになるからである。ただし、材料が異なる場合には、まず先にセラミック基板を製造しておき、その上に静電電極層を形成し、さらにその上にセラミック誘電体膜を形成することもできる。

【0072】

また、バインダとしては、アクリル系バインダ、エチルセルロース、ブチルセロソルブ、ポリビニルアルコールから選ばれる少なくとも1種が望ましい。

さらに、溶媒としては、 α -テルピネオール、グリコールから選ばれる少なくとも1種が望ましい。

これらを混合して得られるペーストをドクターブレード法でシート状に成形してグリーンシート50を作製する。

【0073】

グリーンシート50に、必要に応じ、シリコンウエハの支持ピンを挿入する貫通孔、熱電対を埋め込む凹部、スルーホールを形成する部分等に貫通孔を設けておくことができる。貫通孔は、パンチングなどにより形成することができる。

グリーンシート50の厚さは、0.1～5mm程度が好ましい。

【0074】

次に、グリーンシート50の貫通孔に導体ペーストを充填し、スルーホール印刷体53、54を得、次に、グリーンシート50上に静電電極層や抵抗発熱体となる導体ペーストを印刷する。

印刷は、グリーンシート50の収縮率を考慮して所望のアスペクト比が得られるように行い、これにより静電電極層印刷体51、抵抗発熱体層印刷体52を得る。

。

印刷体は、導電性セラミック、金属粒子などを含む導電性ペーストを印刷することにより形成する。

【 0 0 7 5 】

これらの導電性ペースト中に含まれる導電性セラミック粒子としては、タングステンまたはモリブデンの炭化物が最適である。酸化しにくく、熱伝導率が低下しにくいからである。

また、金属粒子としては、例えば、タングステン、モリブデン、白金、ニッケルなどを使用することができる。

【 0 0 7 6 】

導電性セラミック粒子、金属粒子の平均粒子径は $0.1 \sim 5 \mu\text{m}$ が好ましい。これらの粒子は、大きすぎても小さすぎても導体用ペーストを印刷しにくいからである。

このようなペーストとしては、金属粒子または導電性セラミック粒子 85 ～ 97 重量部、アクリル系、エチルセルロース、ブチルセロソルブおよびポリビニルアルコールから選ばれる少なくとも 1 種のバインダ 1.5 ～ 10 重量部、 α -テルピネオール、グリコール、エチルアルコールおよびブタノールから選ばれる少なくとも 1 種の溶媒を 1.5 ～ 10 重量部混合して調製した導体用ペーストが最適である。

【 0 0 7 7 】

次に、図 8 (a) に示すように、印刷体 51、52、53、54 を有するグリーンシート 50 と、印刷体を有さないグリーンシート 50' とを積層する。抵抗発熱体形成側に印刷体を有さないグリーンシート 50' を積層するのは、スルーホールの端面が露出して、抵抗発熱体形成の焼成の際に酸化してしまうことを防止するためである。もしスルーホールの端面が露出したまま、抵抗発熱体形成の焼成を行うのであれば、ニッケルなどの酸化しにくい金属をスパッタリングする必要があり、さらに好ましくは、Au-Ni の金ろうで被覆してもよい。

【 0 0 7 8 】

(2) 次に、図 8 (b) に示すように、積層体の加熱および加圧を行い、グリーンシートおよび導電ペーストを焼結させる。

加熱温度は、1000～2000℃、加圧は100～200 kgf/cm² が好ましく、これらの加熱および加圧は、不活性ガス雰囲気下で行う。不活性ガスとしては、アルゴン、窒素などを使用することができる。この工程で、スルーホール16、17、チャック正極静電層2、チャック負極静電層3、抵抗発熱体5等が形成される。

【0079】

(3) 次に、図8(c)に示すように、外部端子接続のための袋孔35、36を設ける。

袋孔35、36の内壁は、その少なくともその一部が導電化され、導電化された内壁は、チャック正極静電層2、チャック負極静電層3、抵抗発熱体5等と接続されていることが望ましい。

【0080】

(7) 最後に、図8(d)に示すように、袋孔35、36に金ろうを介して外部端子6、18を設ける。さらに、必要に応じて、有底孔を設け、その内部に熱電対を埋め込むことができる。

半田は銀-鉛、鉛-スズ、ビスマス-スズなどの合金を使用することができる。なお、半田層の厚さは、0.1～50 μmが望ましい。半田による接続を確保するに十分な範囲だからである。

【0081】

なお、上記説明では静電チャック101(図3参照)を例にしたが、静電チャック201(図5参照)を製造する場合は、静電電極層を有するセラミック板を製造した後、このセラミック板の底面に導体ペーストを印刷、焼成し、抵抗発熱体25を形成し、この後、無電解めっき等により金属層25aを形成すればよい。

また、静電チャック301(図6参照)を製造する場合は、セラミック粉末中に金属箔、金属線を静電電極や抵抗発熱体にして埋め込み、焼結すればよい。

さらに、静電チャック401(図7参照)を製造する場合は、静電電極層を有するセラミック板を製造した後、このセラミック板に溶射金属層を介してペルチェ素子を接合すればよい。

【0082】

本発明のセラミック基板の表面および内部に導電体が配設され、表面の導体層がチャックトップ導体層であり、内部の導電体がガード電極またはグランド電極のいずれか少なくとも一方である場合には、上記セラミック基板は、ウエハプローバとして機能する。

【 0 0 8 3 】

図 1 2 は、本発明のウエハプローバの一実施形態を模式的に示した断面図であり、図 1 3 は、図 1 2 に示したウエハプローバにおける A - A 線断面図である。

このウエハプローバ 5 0 1 では、円板形状のセラミック基板 6 3 の表面に平面視同心円形状の溝 6 7 が形成されるとともに、溝 6 7 の一部にシリコンウエハを吸引するための複数の吸引孔 6 8 が設けられており、溝 6 7 を含むセラミック基板 6 3 の大部分にシリコンウエハの電極と接続するためのチャックトップ導体層 6 2 が円形状に形成されている。

【 0 0 8 4 】

一方、セラミック基板 6 3 の底面には、シリコンウエハの温度をコントロールするために、図 1 に示したような平面視同心円形状の発熱体 6 1 が設けられており、発熱体 6 1 の両端には、外部端子（図示せず）が接続、固定されている。また、セラミック基板 6 3 の内部には、ストレイキャパシタやノイズを除去するために平面視格子形状のガード電極 6 5 とグランド電極 6 6（図 1 3 参照）とが設けられている。ガード電極 6 5 とグランド電極 6 6 の材質は、静電電極と同様のものでよい。

【 0 0 8 5 】

上記チャックトップ導体層 6 2 の厚さは、1 ~ 2 0 μ m が望ましい。1 μ m 未満では抵抗値が高くなりすぎて電極として働かず、一方、2 0 μ m を超えると導体の持つ応力によって剥離しやすくなってしまうからである。

【 0 0 8 6 】

チャックトップ導体層 6 2 としては、例えば、銅、チタン、クロム、ニッケル、貴金属（金、銀、白金等）、タングステン、モリブデンなどの高融点金属から選ばれる少なくとも 1 種の金属を使用することができる。

【 0 0 8 7 】

このような構成のウエハプローバでは、その上に集積回路が形成されたシリコンウエハを載置した後、このシリコンウエハにテストピンを持つプローブカードを押しつけ、加熱、冷却しながら電圧を印加して導通テストを行うことができる。

【0088】

また、このウエハプローバを構成するセラミック基板では、気孔径 $0.5 \mu\text{m}$ 以上の気孔数は、 15×10^{11} 個/ m^2 以下と少なく、セラミック基板は十分に緻密に焼結している。したがって、このセラミック基板は、昇温降温特性に優れ、高温で耐電圧やヤング率が低下することはない。セラミック基板には、 $400 \sim 500^\circ\text{C}$ 程度の高温においても反りが発生することはない。

【0089】

なお、ウエハプローバを製造する場合には、例えば、静電チャックの場合と同様に、初めに抵抗発熱体が埋設されたセラミック基板を製造し、その後、セラミック基板の表面に溝を形成し、続いて、溝が形成された表面部分にスパッタリングおよびめっき等を施して、金属層を形成すればよい。

【0090】

【実施例】

以下、本発明をさらに詳細に説明する。

(実施例 1～8) 静電チャック (図 6 参照) の製造

(1) 厚さ $10 \mu\text{m}$ のタングステン箔を打抜き加工することにより図 9 に示した形状の電極 2 枚を形成した。

この電極 2 枚とタングステン線とを、空气中、 500°C 、1 時間で焼成した窒化アルミニウム粉末 (トクヤマ社製、平均粒子径については表 1 に示す) 1000 重量部、アルミナ (平均粒子径: $0.4 \mu\text{m}$) 20 重量部、アクリルバインダ 15 重量部とともに、成形型中に入れて窒素ガス中で 1890°C 、表 1 に示すような、 $0 \sim 200 \text{ kgf/cm}^2$ の圧力で 3 時間ホットプレスし、厚さ 3 mm の窒化アルミニウム板状体を得た。これを直径 230 mm の円状に切り出して板状体とした。このとき、静電電極層の厚さは、 $10 \mu\text{m}$ であった。但し、実施例 8 については、 Y_2O_3 (平均粒径: $0.4 \mu\text{m}$) を 4 重量部使用した。また、いずれの実施例においても、得られた焼結体の最大気孔の気孔径は、 $5 \mu\text{m}$ 以下で

あった。

【0091】

(2) 次に、(1) で得られた板状体を、ダイヤモンド砥石で研磨した後、マスクを載置し、SiC等によるブラスト処理で表面に熱電対のための有底孔（直径：1.2mm、深さ：2.0mm）を設けた。

【0092】

(3) さらに、スルーホールが形成されている部分をえぐり取って袋孔とし、この袋孔にNi-Auからなる金ろうを用い、700℃で加熱リフローしてコパール製の外部端子を接続させた。

なお、外部端子の接続は、タングステンの支持体が3点で支持する構造が望ましい。接続信頼性を確保することができるからである。

【0093】

(4) 次に、温度制御のための複数の熱電対を有底孔に埋め込み、抵抗発熱体を有する静電チャックの製造を完了した。

【0094】

このようにして製造した抵抗発熱体を有する静電チャックの、セラミック基板（セラミック誘電体膜）に存在する気孔数、耐電圧、熱伝導率等を下記の方法により測定した。その結果を表1に示した。

【0095】

（比較例1）

窒化アルミニウム粉末の平均粒子径を0.6μmとし、焼成時の圧力を40kgf/cm²とした以外は、実施例1と同様にして、静電チャックを得た。

得られた静電チャックについて、実施例1～7と同様に気孔数、耐電圧、熱伝導率等を下記の方法により測定した。その結果を表1に示した。

【0096】

評価方法

(1) セラミック基板（セラミック誘電体膜）の気孔数の測定

試料を5個用意し、その表面を鏡面研磨し、2000倍の倍率で表面を電子顕微鏡で任意に10箇所撮影する。そして、撮影された写真で気孔径が0.5μm以

上の気孔の個数を計測して平均を求め、それを視野面積で除した。なお、上記気孔の気孔径について、縦、横の長さが異なる場合には、その最大値をとった。

【0097】

(2) セラミック基板（セラミック誘電体膜）の耐電圧の評価

実施例1～8、比較例1で製造した静電チャックについて、静電チャック上に金属電極を載置し、静電電極層と電極との間に、電圧を印加し、絶縁破壊する電圧を測定した。

【0098】

(3) 熱伝導率の測定

a. 使用機器

リガクレーザーフラッシュ法熱定数測定装置

LF/TCM-FA8510B

b. 試験条件

温度・・・常温、400℃

雰囲気・・・真空

c. 測定方法

・比熱測定における温度検出は、試料裏面に銀ペーストで接着した熱電対（プラチネル）により行った。

・常温比熱測定はさらに試料上面に受光板（グラッシーカーボン）をシリコングリースを介して接着した状態で行い、試料の比熱（ C_p ）は、下記の計算式（1）により求めた。

【0099】

【数1】

$$C_p = \left\{ \frac{\Delta O}{\Delta T} - C_{p_{G.c}} \cdot W_{G.c} - C_{p_{S.G}} \cdot W_{S.G} \right\} \frac{1}{W} \quad \dots (1)$$

【0100】

上記計算式（1）において、 ΔO は、入力エネルギー、 ΔT は、試料の温度上昇の飽和値、 $C_{p_{G.c}}$ は、グラッシーカーボンの比熱、 $W_{G.c}$ は、グラッシーカーボンの重量、 $C_{p_{S.G}}$ は、シリコングリースの比熱、 $W_{S.G}$ は、シリコングリー

スの重量、Wは、試料の重量である。

【0 1 0 1】

(4) 破壊靱性値の測定

破壊靱性値は、ビッカース硬度計（明石製作所社製 MVK-D型）を用い、圧子を表面に圧入し、発生したクラック長さを測定し、これを以下の計算式（2）を用いて計算した。

$$\text{破壊靱性値} = 0.026 \times E^{1/2} \times 0.5 \times P^{1/2} \times a \times C^{-3/2} \quad \dots (2)$$

ただし、Eは、ヤング率（ $3.18 \times 10^{11} \text{ Pa}$ ）、Pは、押し込み荷重（98 N）、aは、圧痕対角線平均長さの半分（m）、Cは、クラックの長さの平均の半分（m）である。

【0 1 0 2】

(5) 反り量

450℃まで昇温して150 kgf/cm²の荷重をかけた後、25℃まで冷却し、形状測定器（京セラ社製 ナノウエイ）を用いて、反り量を測定した。

【0 1 0 3】

【表 1】

	原料粒子径 (μm)	压力 (Kg/cm^2)	気孔数 (個/ m^3)	耐電圧 (kV/mm)			熱伝導率 (W/mK)		反り量 (μm)	破壊靱性値 ($\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$)
				25℃	200℃	450℃	25℃	400℃		
実施例 1	5	150	4×10^8	15	10	5	90	60	1	3.5
実施例 2	5	100	1×10^9	15	10	5	84	55	1	3.5
実施例 3	5	80	5×10^9	14	10	5	80	50	2	3.8
実施例 4	1.1	80	1×10^{10}	14	10	5	76	45	2	3.5
実施例 5	1.1	50	5×10^{10}	13	9	4	70	40	2	3.6
実施例 6	1.1	0	2×10^{11}	12	5	1	65	32	7	3.5
実施例 7	0.6	50	10×10^{11}	10	4	1	60	30	7	3.4
実施例 8	0.6	200	0	20	15	10	180	110	0	3.0
比較例 1	0.6	40	18×10^{11}	2	0.8	0.4	30	10	8	2.8

【0104】

表 1 に示した結果より明らかなように、実施例 1 ～ 8 に係る静電チャックを構成するセラミック基板に存在する、気孔径 $0.5 \mu\text{m}$ 以上の気孔数は、 15×10^{11} 個/ m^2 以下であるので、これらのセラミック基板の耐電圧は大きな値を示し、昇温降温特性も良く、反り量も小さな値となっている。一方、比較例 1 に係る静電チャックを構成するセラミック基板に存在する、気孔径 $0.5 \mu\text{m}$ 以上の気孔数は、 15×10^{11} 個/ m^2 を超えているので、このセラミック基板の耐電圧はかなり小さく、熱伝導率は悪く、反り量も大きくなっており、いずれの結果も実施例 1 ～ 8 の結果と比較して劣った値を示している。

なお、全く気孔が存在しない実施例 8 では、耐電圧、反り量、熱伝導率は非常によいが、破壊靱性値が悪くなる。破壊靱性値なども考慮するならば、気孔数は、 1×10^8 個/ m^2 以上が必要と考えられる。さらに、高温での反り量、耐電圧を考慮すると、気孔数は、 5×10^{10} 個/ m^2 以下が最適である。

【0105】

(実施例 9) ウエハプロバ 501 (図 12 参照) の製造

(1) 窒化アルミニウム粉末 (トクヤマ社製、平均粒径 $1.1 \mu\text{m}$) 1000 重量部、アルミナ (平均粒径: $0.4 \mu\text{m}$) 20 重量部、アクリルバイнда 115 重量部、ポリエーテルスルフォン 5 重量部、シリカ 0.03 重量部、分散剤 5 重量部および 1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール 530 重量部を混合したペーストを用い、ドクターブレード法による成形を行って、厚さ 0.47mm のグリーンシートを得た。

【0106】

(2) 次に、このグリーンシートを 80°C で 5 時間乾燥させた後、パンチングにて発熱体と外部端子とを接続するためのスルーホール用の貫通孔を設けた。

【0107】

(3) 平均粒子径 $1 \mu\text{m}$ のタングステンカーバイド粒子 100 重量部、アクリル系バイнда 3.0 重量部、 α -テルピネオール溶媒 3.5 重量および分散剤 0.3 重量部を混合して導電性ペースト A とした。

また、平均粒子径 $3 \mu\text{m}$ のタングステン粒子 100 重量部、アクリル系バイнда 1.9 重量部、 α -テルピネオール溶媒を 3.7 重量部、分散剤 0.2 重量部を

混合して導電性ペーストBとした。

【0108】

次に、グリーンシートに、この導電性ペーストAを用いたスクリーン印刷で、格子状のガード電極用印刷体、グランド電極用印刷体を印刷した。

また、外部端子と接続するためのスルーホール用の貫通孔に導電性ペーストBを充填した。

【0109】

さらに、印刷されたグリーンシートおよび印刷がされていないグリーンシートを50枚積層して130℃、80kgf/cm²の圧力で一体化することにより積層体を作製した。

【0110】

(4) 次に、この積層体を窒素ガス中で600℃で5時間脱脂し、1890℃、圧力150kgf/cm²で3時間ホットプレスし、厚さ3mmの窒化アルミニウム板状体を得た。得られた板状体を、直径300mmの円形状に切り出してセラミック製の板状体とした。スルーホール16の大きさは、直径0.2mm、深さ0.2mmであった。

【0111】

また、ガード電極65、グランド電極66の厚さは10μm、ガード電極65の形成位置は、ウエハ載置面から1mm、グランド電極66の形成位置は、ウエハ載置面から1.2mmであった。また、ガード電極65およびグランド電極66の導体非形成領域66aの1辺の大きさは、0.5mmであった。

【0112】

(5) 上記(4)で得た板状体を、ダイヤモンド砥石で研磨した後、マスクを載置し、SiC等によるブラスト処理で表面に熱電対のための凹部およびウエハ吸着用の溝67(幅0.5mm、深さ0.5mm)を設けた。

【0113】

(6) さらに、ウエハ載置面に対向する面に発熱体61を形成するための層を印刷した。印刷は導電ペーストを用いた。導電ペーストは、プリント配線板のスルーホール形成に使用されている徳力化学研究所製のソルベストPS603Dを使

用した。この導電ペーストは、銀／鉛ペーストであり、酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素、アルミナからなる金属酸化物（それぞれの重量比率は、5／55／10／25／5）を銀100重量部に対して7.5重量部含むものであった。

また、銀の形状は平均粒径4.5 μm でリン片状のものであった。

【0114】

（7）導電ペーストを印刷したセラミック基板を780℃で加熱焼成して、導電ペースト中の銀、鉛を焼結させるとともにセラミック基板63に焼き付けた。さらに硫酸ニッケル30 g／l、ほう酸30 g／l、塩化アンモニウム30 g／lおよびロッシェル塩60 g／lを含む水溶液からなる無電解ニッケルめっき浴にヒータ板を浸漬して、銀の焼結体からなる抵抗発熱体61の表面に厚さ1 μm 、ホウ素の含有量が1重量％以下のニッケル層（図示せず）を析出させた。この後、ヒータ板は、120℃で3時間アニーリング処理を施した。

銀の焼結体からなる発熱体は、厚さが5 μm 、幅2.4 mmであり、面積抵抗率が7.7 m Ω ／□であった。

【0115】

（8）溝67が形成された面に、スパッタリング法により、順次、チタン層、モリブデン層、ニッケル層を形成した。スパッタリングのための装置は、日本真空技術株式会社製のSV-4540を使用した。スパッタリングの条件は気圧0.6 Pa、温度100℃、電力200 Wであり、スパッタリング時間は、30秒から1分の範囲内で、各金属によって調整した。

得られた膜の厚さは、蛍光X線分析計の画像から、チタン層は0.3 μm 、モリブデン層は2 μm 、ニッケル層は1 μm であった。

【0116】

（9）硫酸ニッケル30 g／l、ほう酸30 g／l、塩化アンモニウム30 g／lおよびロッシェル塩60 g／lを含む水溶液からなる無電解ニッケルめっき浴に、上記（8）で得られたセラミック板を浸漬し、スパッタリングにより形成された金属層の表面に厚さ7 μm 、ホウ素の含有量が1重量％以下のニッケル層を析出させ、120℃で3時間アニーリングした。

発熱体表面は、電流を流さず、電解ニッケルめっきで被覆されない。

【0117】

さらに、表面にシアン化金カリウム2g/l、塩化アンモニウム75g/l、クエン酸ナトリウム50g/lおよび次亜リン酸ナトリウム10g/lを含む無電解金めっき液に、93℃の条件で1分間浸漬し、ニッケルめっき層上に厚さ1μmの金めっき層を形成した。

【0118】

(10) 溝67から裏面に抜ける空気の吸引孔68をドリル加工により形成し、さらにスルーホール16を露出させるための袋孔(図示せず)を設けた。この袋孔にNi-Au合金(Au81.5重量%、Ni18.4重量%、不純物0.1重量%)からなる金ろうを用い、970℃で加熱リフローしてコパール製の外部端子を接続させた。また、発熱体に半田(スズ90重量%/鉛10重量%)を介してコパール製の外部端子を形成した。

【0119】

(11) 次に、温度制御のための複数熱電対を凹部に埋め込み、ヒータ付きのウエハプローバヒータ501を得た。

このヒータ付きウエハプローバを200℃まで昇温したところ、約20秒で200℃まで昇温した。

【0120】

また、このヒータ付きウエハプローバを構成するセラミック基板を測定用に切り取り、実施例1と同様に、このセラミック基板に存在する気孔径0.5μm以上の気孔数について測定した結果、 1.5×10^{10} 個/m²であった。

【0121】

【発明の効果】

以上説明のように、本発明のセラミック基板は、気孔径0.5μm以上の気孔数が、 1.5×10^{11} 個/m²以下となるように焼結されてなるので、昇温降温特性に優れ、耐電圧が大きく、かつ、反り量が小さい。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明のセラミック基板を用いたセラミックヒータの一例を模式的に示す平面図である。

【図 2】

図 1 に示したセラミックヒータの部分拡大断面図である。

【図 3】

本発明のセラミック基板を用いた静電チャックの一例を模式的に示す断面図である。

【図 4】

図 3 に示したセラミックヒータの A - A 線断面図である。

【図 5】

本発明のセラミック基板を用いた静電チャックの一例を模式的に示す断面図である。

【図 6】

本発明のセラミック基板を用いた静電チャックの一例を模式的に示す断面図である。

【図 7】

本発明のセラミック基板を用いた静電チャックの一例を模式的に示す断面図である。

【図 8】

(a) ~ (d) は、図 5 に示した静電チャックの製造工程の一部を模式的に示す断面図である。

【図 9】

本発明に係る静電チャックを構成する静電電極の形状を模式的に示した水平断面図である。

【図 1 0】

本発明に係る静電チャックを構成する静電電極の形状を模式的に示した水平断面図である。

【図 1 1】

本発明に係る静電チャックを支持容器に嵌め込んだ状態を模式的に示した断面図

である。

【図 1 2】

本発明のセラミック基板を用いたウエハプローバを模式的に示した断面図である。

。

【図 1 3】

図 1 2 に示したウエハプローバのガード電極を模式的に示した断面図である。

【図 1 4】

セラミック基板の気孔を表す電子顕微鏡写真である。

【符号の説明】

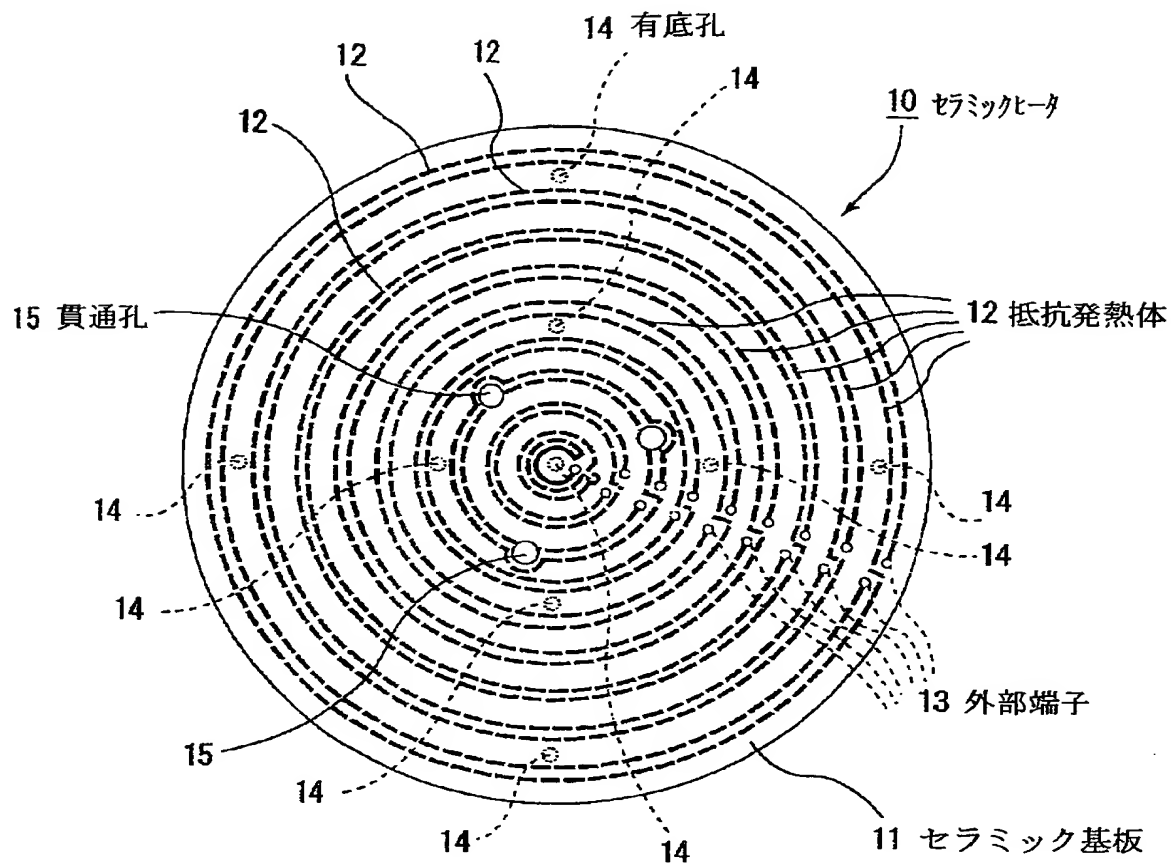
- 1、11、63 セラミック基板
- 2、22、32a、32b チャック正極静電層
- 3、23、33a、33b チャック負極静電層
- 2a、3a 半円弧状部
- 2b、3b 櫛歯部
- 4 セラミック誘電体膜
- 5、12、25、61 抵抗発熱体
- 6、13、18 外部端子
- 7 金属線
- 8 ペルチェ素子
- 9 シリコンウエハ
- 10 セラミックヒータ
- 14 有底孔
- 15 貫通孔
- 16、17、19 スルーホール
- 20、30、101、201、301、401 静電チャック
- 25a 金属被覆層
- 35、36 袋孔
- 41 支持容器
- 42 冷媒吹き出し口

- 4 3 吸入口
- 4 4 冷媒注入口
- 4 5 断熱材
- 6 2 チャックトップ導体層
- 6 5 ガード電極
- 6 6 グランド電極
- 6 6 a 電極非形成領域
- 6 7 溝
- 6 8 吸引孔
- 5 0 1 ウエハプローバ

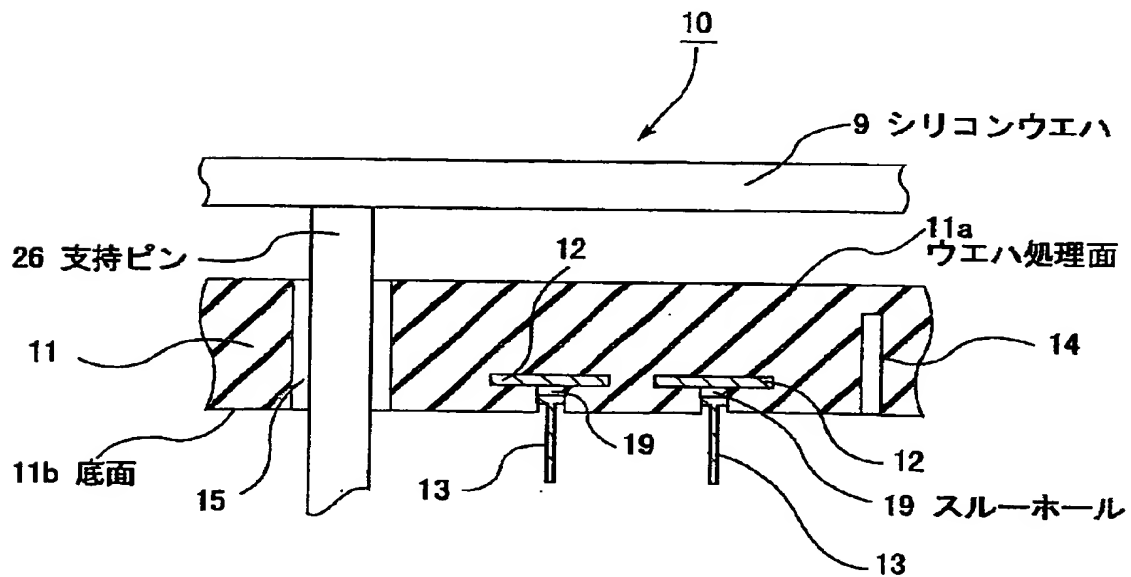
【書類名】

図面

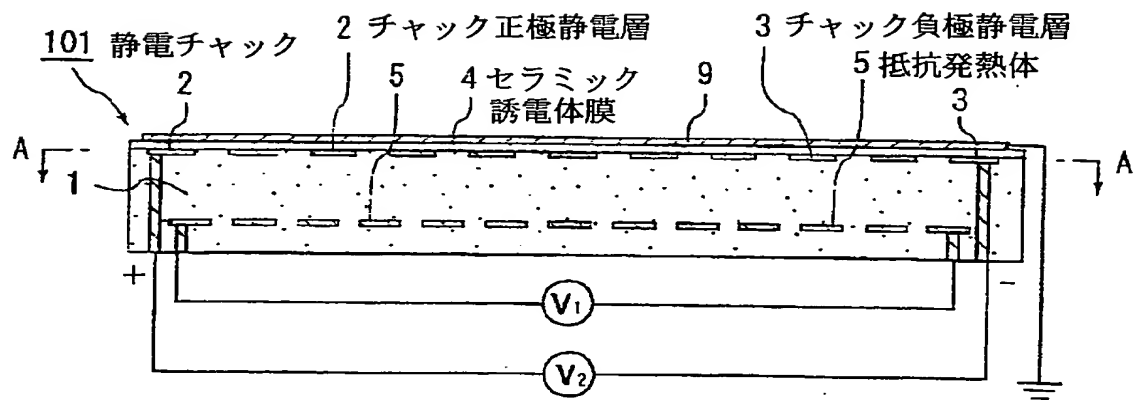
【図 1】



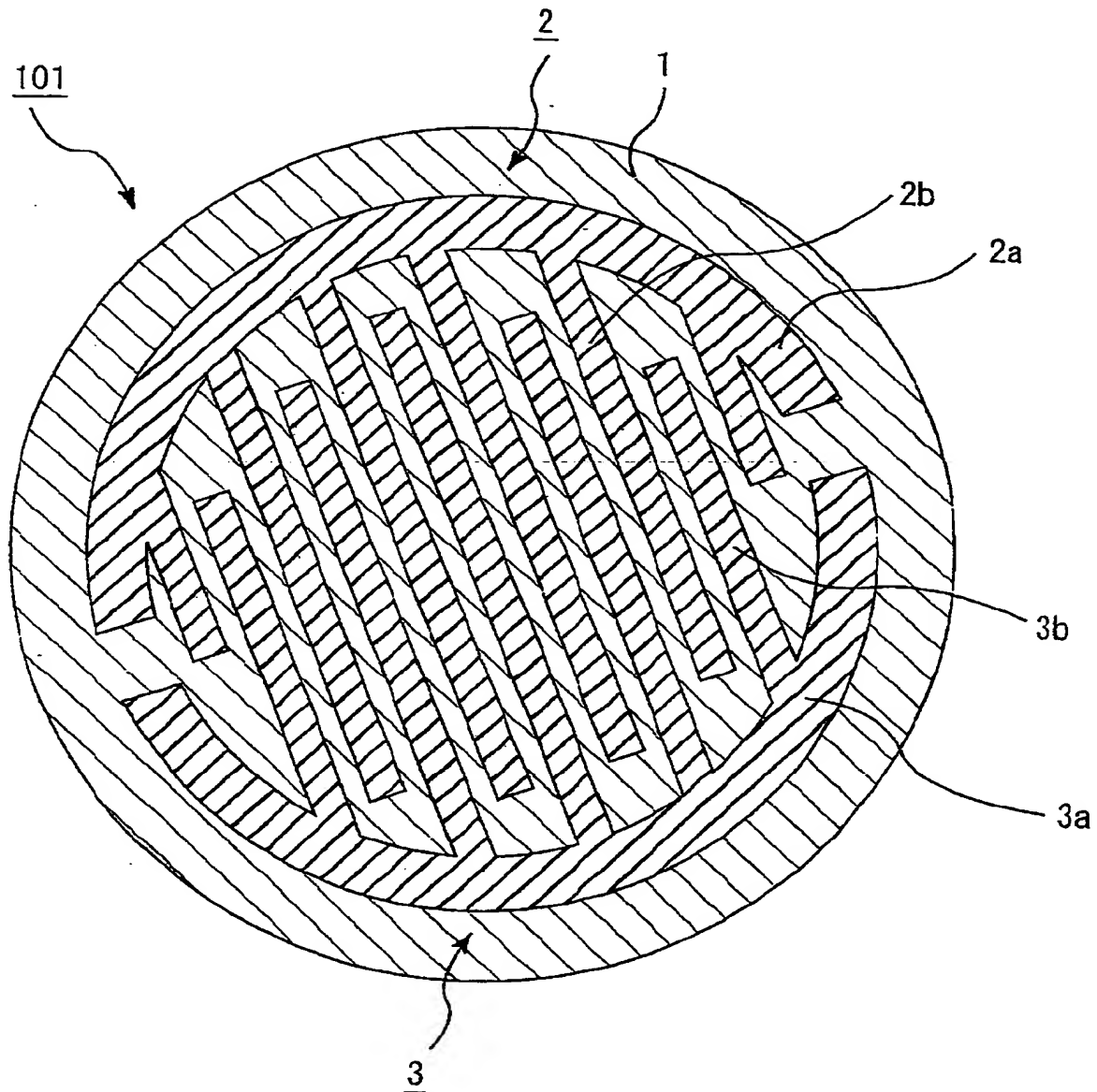
【図 2】



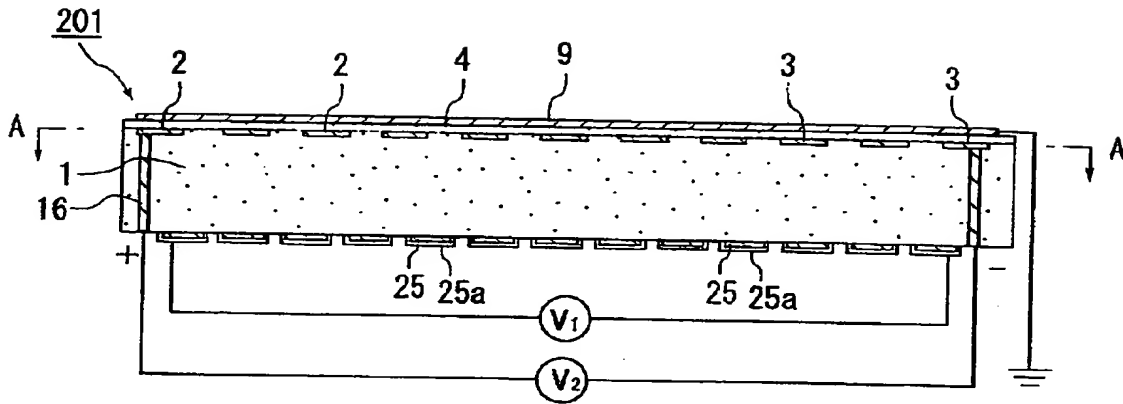
【図 3】



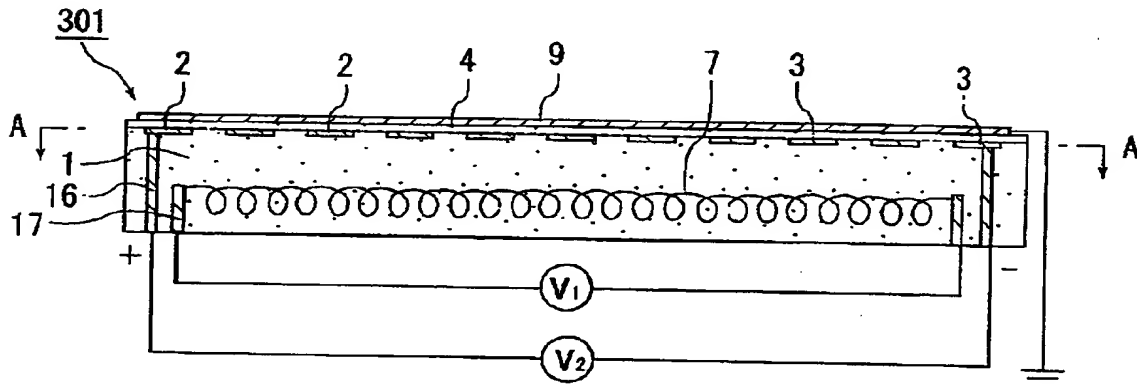
【図 4】



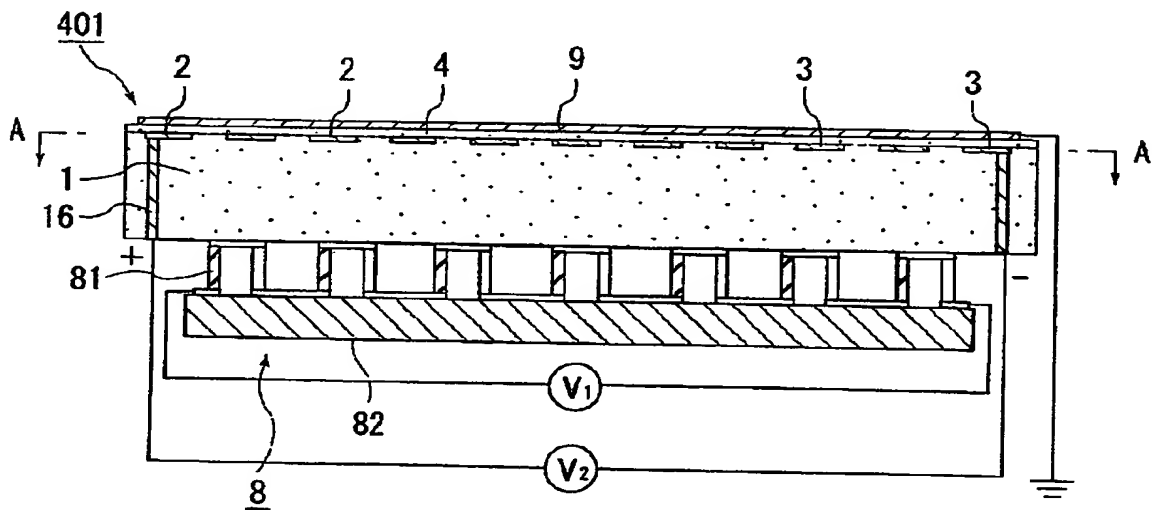
【図 5】



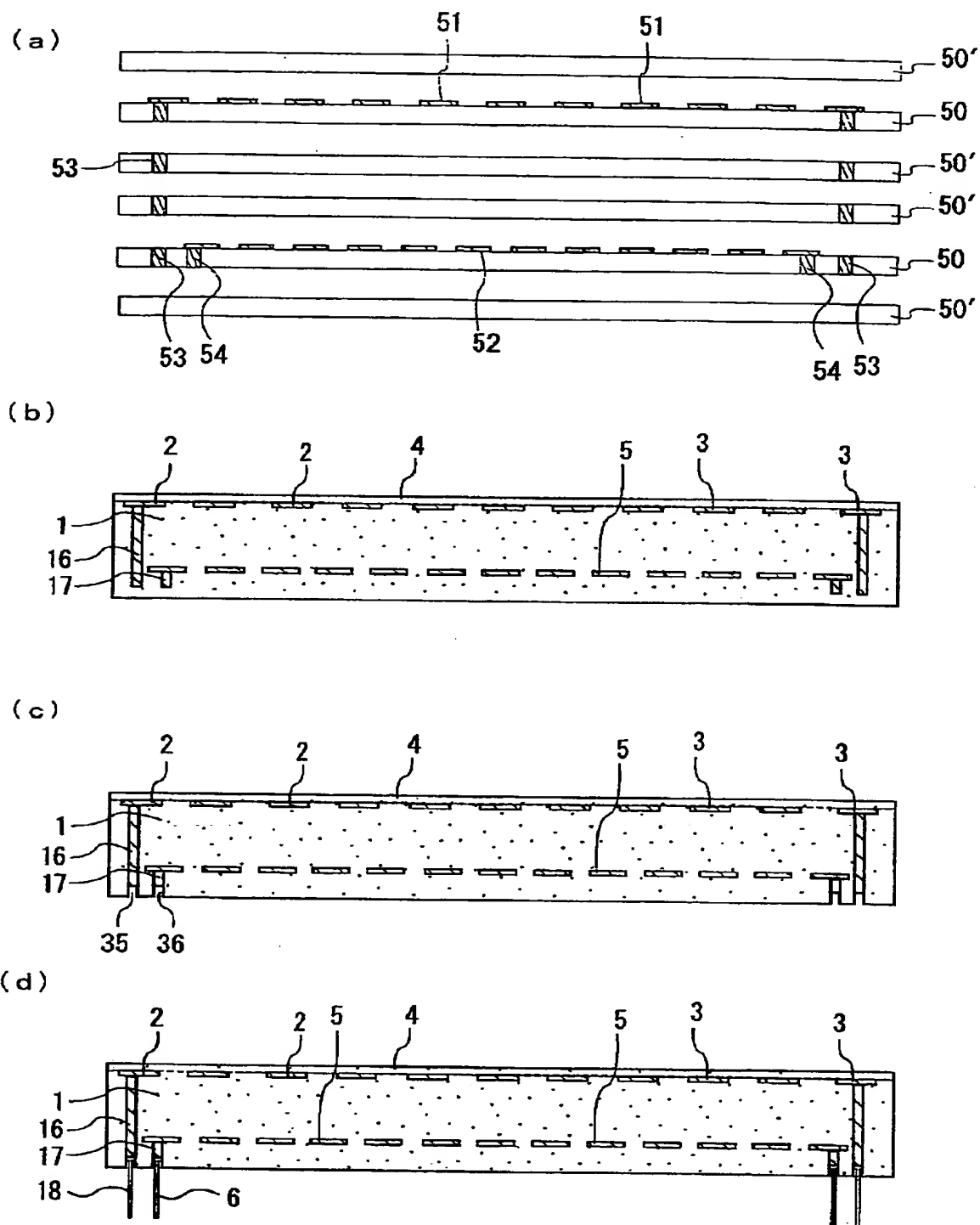
【図 6】



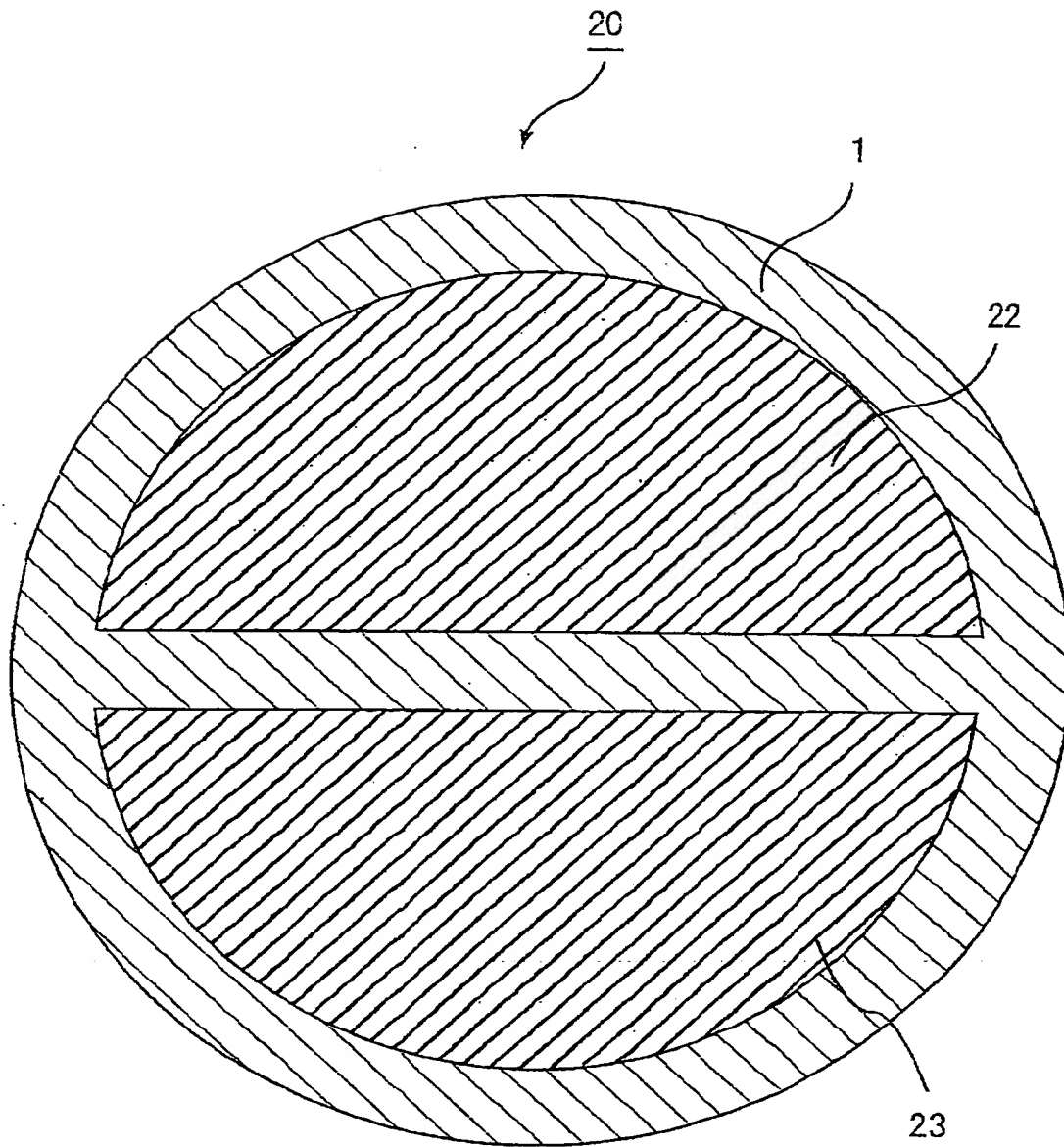
【図 7】



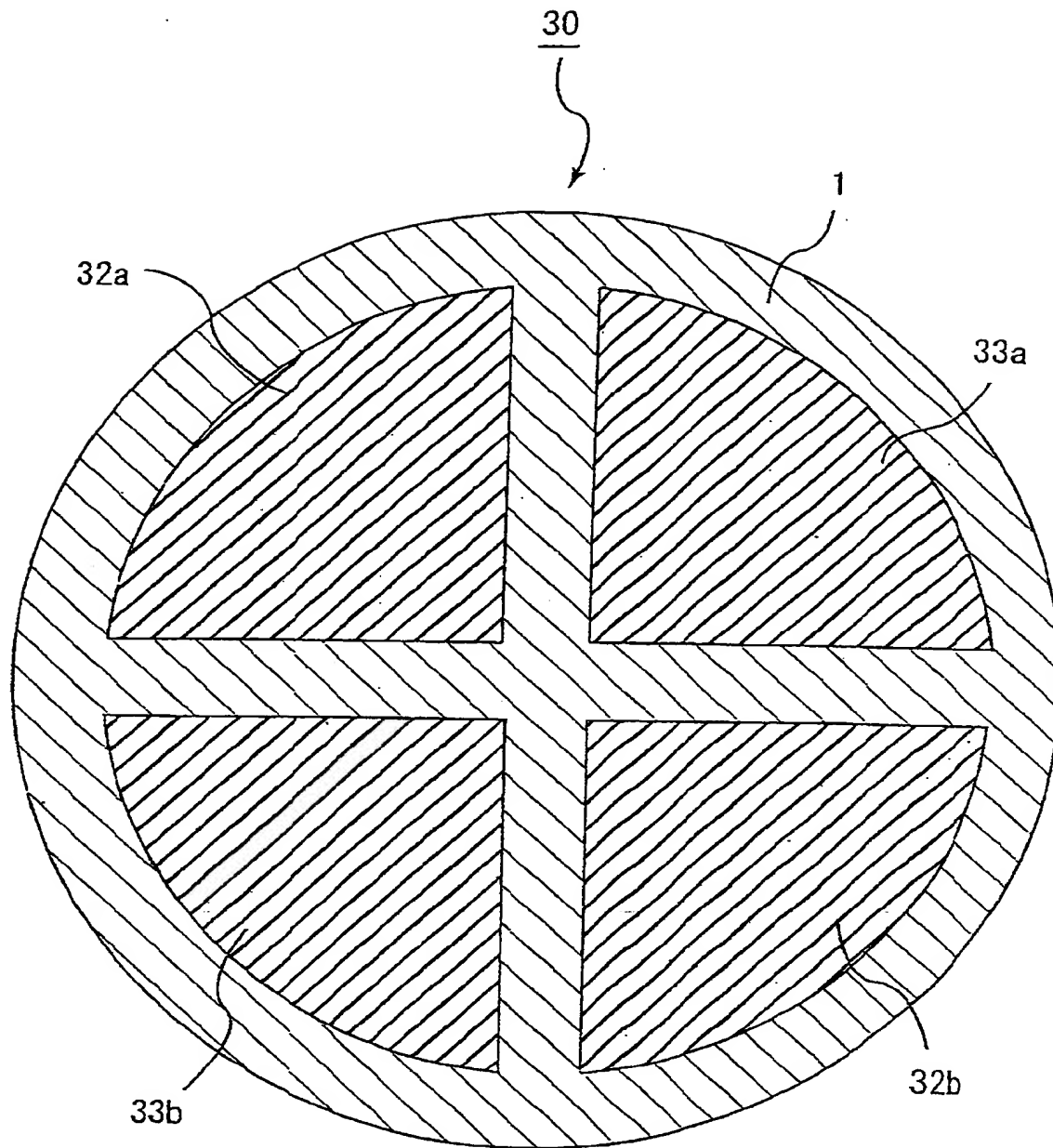
【図 8】



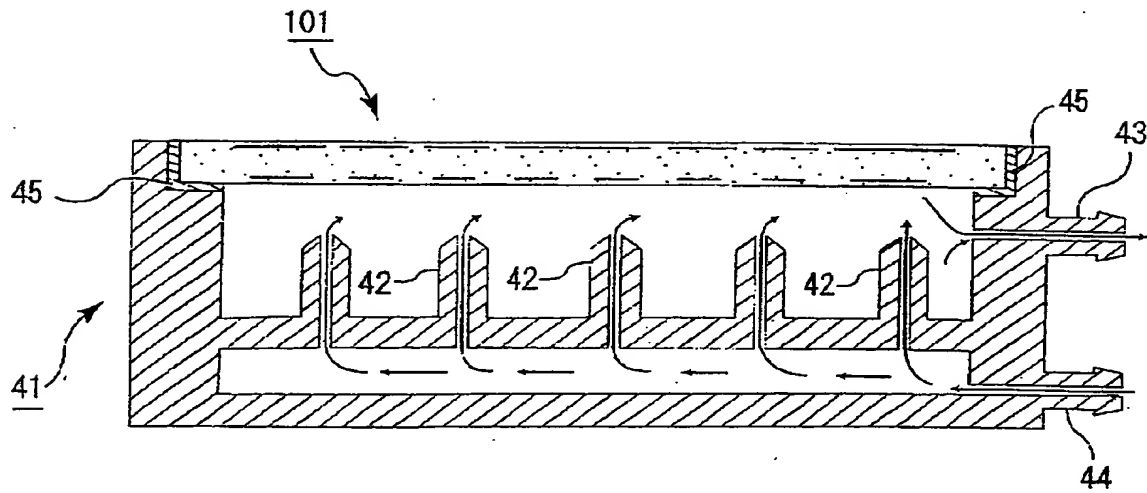
【図 9】



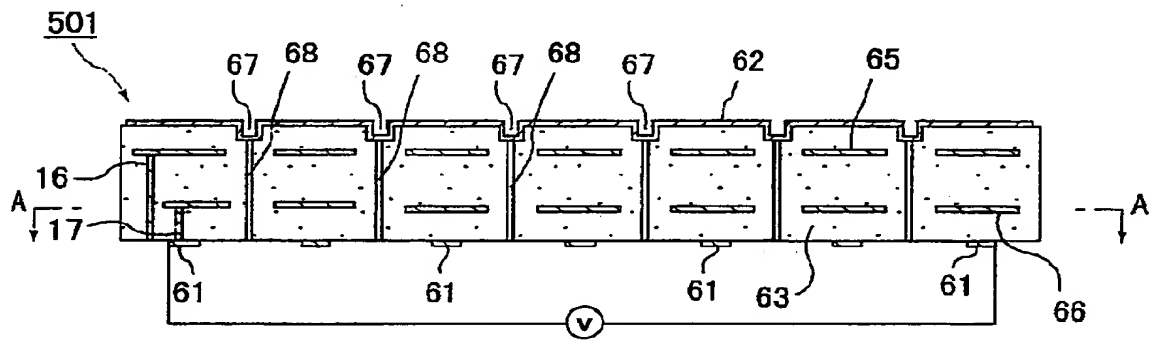
【図 10】



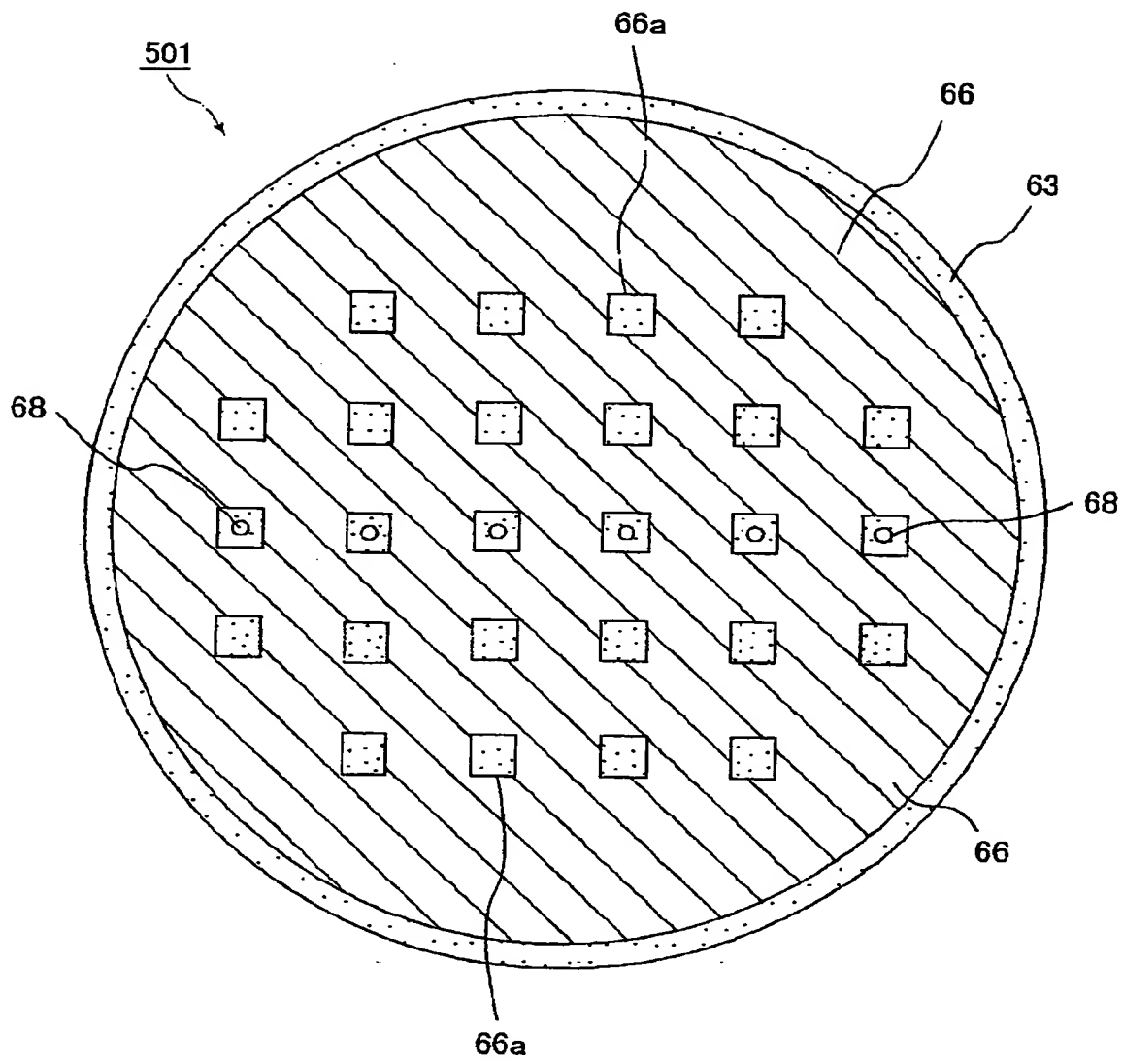
【図 1 1】



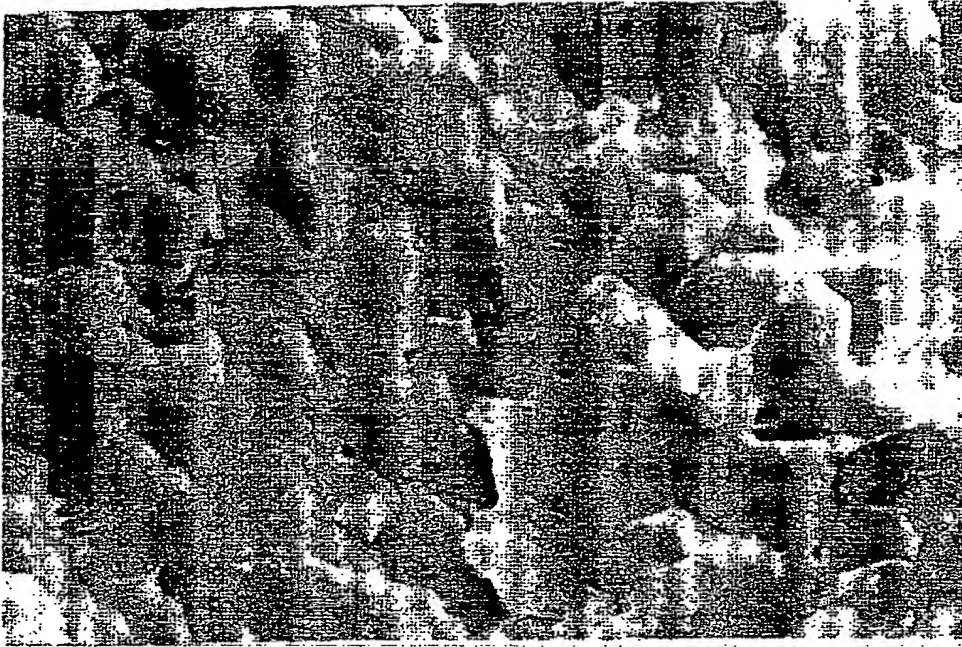
【図 1 2】



【図 13】



【図14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 昇温降温特性や高温での耐電圧に優れ、反り量も少ない、半導体製造・検査装置用の基板として最適なセラミック基板を提供すること。

【解決手段】 セラミック基板の表面または内部に導電体が形成されてなるセラミック基板において、上記セラミック基板は、気孔径 $0.5 \mu\text{m}$ 以上の気孔を 15×10^{11} 個/ m^2 以下有することを特徴とするセラミック基板。

【選択図】 図 3

認 定 ・ 付 加 情 報

特許出願の番号	特願 2 0 0 0 - 0 6 0 3 1 9
受付番号	5 0 0 0 0 2 6 0 3 2 5
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 2 年 3 月 7 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成12年 3月 6日
-------	-------------

特2000-060319

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000158]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	岐阜県大垣市神田町2丁目1番地
氏 名	イビデン株式会社